



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101650953 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 26

(21) 申请号 200910165765. X

(22) 申请日 2009. 08. 13

(30) 优先权数据

208702/2008 2008. 08. 13 JP

(73) 专利权人 日立视听媒体股份有限公司

地址 日本岩手县

(72) 发明人 井手达朗

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 杨谦 胡建新

(51) Int. Cl.

G11B 7/13(2012. 01)

G11B 7/1356(2012. 01)

G11B 7/005(2006. 01)

G11B 7/1395(2012. 01)

(56) 对比文件

CN 101079282 A, 2007. 11. 28,

CN 101145358 A, 2008. 03. 19,

JP 5342678 A, 1993. 12. 24,

审查员 桂煦

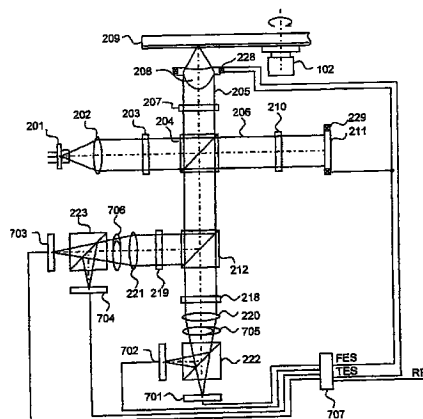
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 10 页

(54) 发明名称

光信息检测方法、光拾取器及光信息记录再现装置

(57) 摘要

本发明提供一种干涉型的光拾取器、光信息检测方法及光信息记录再现装置,易于调整 2 个光的光路差,信号放大效果好,适于光学系统的小型化。使来自光盘 (209) 的反射信号光 (205) 与从同一光源分路但没有射向光盘而被导入检测器的参照光 (206) 在检测器 (701-704) 上干涉。此时,同时得到参照光与信号光的相位关系各相差 90 度的 4 种干涉状态的检测器输出,并进行运算,从而即使存在由盘倾斜引起的光路长度变动,也总是得到稳定的、高品质放大的再现信号 (RF)。另外,通过利用 4 个 4 分割光检测器,同时得到 4 组上述检测器输出,并进行运算,还得到伺服信号。



1. 一种光信息检测方法,其特征在于,

将从光源出射的光束分割为第一光束和第二光束;

将上述第一光束聚光并照射至光信息记录介质上;

将从上述光信息记录介质反射的信号光引导至 4 个 4 分割光检测器;

将上述第二光束不聚光至上述光信息记录介质,而作为参照光引导至上述 4 个 4 分割光检测器;

在上述 4 个 4 分割光检测器上,使上述信号光和上述参照光在该信号光与参照光之间的相位关系为在第一 4 分割光检测器上和第二 4 分割光检测器上相互差异 180 度、在第三 4 分割光检测器上和第四 4 分割光检测器上相互差异 180 度、在上述第一 4 分割光检测器上和上述第三 4 分割光检测器上差异 90 度的状态下,进行光学干涉;

运算上述第一 4 分割光检测器与上述第二 4 分割光检测器的对应区域的差动信号的平方、和上述第三 4 分割光检测器与上述第四 4 分割光检测器的对应区域的差动信号的平方;

进而,通过按各区域分别将上述 2 组差动信号的平方相加,从而获得 $S'(A)$ 、 $S'(B)$ 、 $S'(C)$ 、 $S'(D)$ 的信号,通过计算 $S'(A)+S'(C)-S'(B)-S'(D)$ 来得到偏焦信号,其中 A ~ D 是上述 4 分割光检测器各自的区域。

2. 如权利要求 1 记载的光信息检测方法,其特征在于,

通过计算 $S'(A)+S'(B)-S'(C)-S'(D)$,来得到跟踪误差信号。

3. 如权利要求 1 记载的光信息检测方法,其特征在于,

将从上述各区域得到的相加信号进行总相加或对总相加的结果附加平方根运算,来得到再现信号。

4. 一种光拾取器,其特征在于,具有:

半导体激光器;

第一光学元件,将来自上述半导体激光器的光束分路为第一光束和第二光束;

物镜,将上述第一光束聚光至光信息记录介质的记录膜面,并接受反射光;

参照光束反射构件,设置在上述第二光束的光路中;

第一 4 分割光检测器;

第二 4 分割光检测器;

第三 4 分割光检测器;

第四 4 分割光检测器;

第二光学元件,对于由上述光信息记录介质反射的光束即信号光和由上述参照光束反射构件反射的光束即参照光合波后的光束进行分路,并使其入射至上述第一 4 分割光检测器和上述第二 4 分割光检测器;

第三光学元件,在相位关系与上述第二光学元件的合波相差 90 度的状态下,将由上述光信息记录介质反射的上述信号光和由上述参照光束反射构件反射的上述参照光,对合波后的光束进行分路,并使其入射至上述第三 4 分割光检测器和上述第四 4 分割光检测器;以及

运算电路,运算上述第一、第二、第三、第四 4 分割光检测器的输出;

上述信号光与上述参照光之间的相位关系为:在上述第一 4 分割光检测器上和上述第

二 4 分割光检测器上相互差异 180 度、在上述第三 4 分割光检测器上和上述第四 4 分割光检测器上相互差异 180 度、在上述第一 4 分割光检测器上和上述第三 4 分割光检测器上差异 90 度；

上述运算电路运算上述第一 4 分割光检测器与上述第二 4 分割光检测器的对应区域的差动信号的平方、和上述第三 4 分割光检测器与上述第四 4 分割光检测器的对应区域的差动信号的平方；进而，通过按各区域分别将上述 2 组差动信号的平方相加，从而获得 $S'(A)$ 、 $S'(B)$ 、 $S'(C)$ 、 $S'(D)$ 的信号，通过计算 $S'(A)+S'(C)-S'(B)-S'(D)$ 来得到偏焦信号，其中 $A \sim D$ 是上述 4 分割光检测器各自的区域。

5. 如权利要求 4 记载的光拾取器，其特征在于，

上述运算电路通过计算 $S'(A)+S'(B)-S'(C)-S'(D)$ ，来得到跟踪误差信号。

6. 如权利要求 4 记载的光拾取器，其特征在于，

上述运算电路将从上述各区域得到的相加信号进行总相加或对总相加的结果附加平方根运算，来得到再现信号。

7. 如权利要求 4 记载的光拾取器，其特征在于，

上述第一、第二、第三、第四 4 分割光检测器形成在同一基板上。

8. 一种光信息记录再现装置，其特征在于，具备：

电动机，在旋转轴上保持并旋转光信息记录介质；光拾取器，对上述光信息记录介质进行光照射，并检测反射信号；以及伺服控制电路；

上述光拾取器具有：

半导体激光器；

第一光学元件，将来自上述半导体激光器的光束分路为第一光束和第二光束；

物镜，将上述第一光束聚光至光信息记录介质的记录膜面，并接受反射光；

参照光束反射构件，设置在上述第二光束的光路中；

第一 4 分割光检测器；

第二 4 分割光检测器；

第三 4 分割光检测器；

第四 4 分割光检测器；

第二光学元件，对于由上述光信息记录介质反射的光束即信号光和由上述参照光束反射构件反射的光束即参照光合波后的光束进行分路，并使其入射至上述第一 4 分割光检测器和上述第二 4 分割光检测器；

第三光学元件，在相位关系与上述第二光学元件的合波相差 90 度的状态下，将由上述光信息记录介质反射的上述信号光和由上述参照光束反射构件反射的上述参照光合波，对合波后的光束进行分路，并使其入射至上述第三 4 分割光检测器和上述第四 4 分割光检测器；以及

运算电路，运算上述第一、第二、第三、第四 4 分割光检测器的输出；

上述信号光与上述参照光之间的相位关系为：在上述第一 4 分割光检测器上和上述第二 4 分割光检测器上相互差异 180 度、在上述第三 4 分割光检测器上和上述第四 4 分割光检测器上相互差异 180 度、在上述第一 4 分割光检测器上和上述第三 4 分割光检测器上差异 90 度；

上述运算电路运算上述第一 4 分割光检测器与上述第二 4 分割光检测器的对应区域的差动信号的平方、和上述第三 4 分割光检测器与上述第四 4 分割光检测器的对应区域的差动信号的平方,进而,通过按各区域分别将上述 2 组差动信号的平方相加,从而获得 $S'(A)$ 、 $S'(B)$ 、 $S'(C)$ 、 $S'(D)$ 的信号,通过计算 $S'(A)+S'(C)-S'(B)-S'(D)$ 来得到偏焦信号,其中 A ~ D 是上述 4 分割光检测器各自的区域;

上述伺服控制电路通过上述偏焦信号,控制上述物镜的光轴方向位置来补偿偏焦,并且,调整上述参照光束反射构件的光轴方向位置,以使信号光与参照光的光路差在上述半导体激光器的相干长度以内。

光信息检测方法、光拾取器及光信息记录再现装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光信息检测方法,例如涉及光盘装置中的再现信号的高信噪比(S/N)化。

背景技术

[0002] 光盘到了使用蓝色半导体激光器和高NA物镜的蓝光盘(Blu-rayDisc, BD)的商品化,作为光学系统的分辨率几乎达到极限,要迈向进一步大容量化,可以想到今后多层化将成为有力方向。在多层光盘中,由于来自各层的检测光量需要几乎相等,所以不得不缩小从特定的层的反射率。但是,由于光盘在大容量化的同时需要视频等的复制(ダビング)速度的高速化,所以传输速度也在继续高速化,这样的话,再现信号的S/N比将变得无法充分确保。因此,为了同时推进今后的多层化和高速化,需要检测信号的高S/N化。

[0003] 关于光盘的再现信号的高S/N化的技术,在例如专利文献1、2等中进行了叙述。这些都是关于光磁盘的再现信号的高S/N化,将来自半导体激光器的光在照射至光盘之前进行分路,使不照射至光盘的光与来自光盘的反射光合波并干涉,从而谋求通过增大不照射至光盘的光的光量来放大微弱的信号的振幅。在光磁盘的信号检测中现在使用的偏光分光器的透射光与反射光的差动检测中,本质上使原入射偏光成分与由于光磁盘引起的偏光旋转而产生的和入射偏光方向垂直的偏光成分干涉,在入射偏光中放大垂直偏光成分来进行检测。因此,如果增大原入射偏光成分,就能够增大信号,但入射至光盘的光强度需要抑制为某种程度以下,以便不删除或覆盖数据。对此在上述的现有技术中,预先分离与信号光干涉的光,不将其聚光至光盘,而使其与信号光干涉,可以使为了放大信号而干涉的光的强度与盘表面的光强度无关地变强。由此,在理论上光强度允许的范围内,越使强度变强,就越能够提高与对来自光检测器的光电流进行电压转换的放大器的噪声和光检测器中产生的散粒噪声(shot noise)等相比的S/N比。

[0004] 在专利文献1中,使2个光干涉来检测干涉强度。此时,使干涉的盘非反射光的光路长度可变,谋求确保干涉信号振幅。在专利文献2中,除了干涉强度检测之外,还进行差动检测。由此,消除对信号不做出贡献的各光的强度成分,并消除这些光所具有的噪声成分,谋求高S/N化。在这时的差动检测中,使用无偏光的分光器。

[0005] 专利文献1:日本特开平5-342678号公报

[0006] 专利文献2:日本特开平6-223433号公报

[0007] 在上述现有技术中使用的干涉计的光学系统都是马赫-曾德尔(Mach-Zehnder)型的光学系统,光学部件的件数多,不利于光学系统的小型化。马赫-曾德尔型的干涉计的光学系统是以下干涉计,即:最初将光分割为信号光和参照光的分割构件、与用于在信号光上施加作为信号的某种调制之后与参照光再次合波并干涉的构件不同。与此相对,通过使信号光和参照光再次返回最初进行分割的构件并干涉的光学系统,是特维曼-格林(Twyman-Green)或迈克尔逊(Michelson)型的干涉计的光学系统。关于上述现有例中使用马赫-曾德尔型的光学系统的理由,在上述文献中没有详细叙述,但推测是因为:光磁盘的

信号光通过偏光旋转而产生,所以为了调整干涉光的偏光方向,在使能够进行旋转调整的 $\lambda/2$ 板(λ :波长)干涉的光路中,需要配置为不是往返而仅是单向地透射。进而作为其他问题,可以举出:调整2个光的光路差的方法没有特别叙述,在实用中存在困难。在专利文献2中,对于这个问题,叙述了在盘上与记录膜分离设置用于得到干涉光的参照镜,但这提出了新规格的盘,没有对现有的盘进行高S/N化。

发明内容

[0008] 本发明鉴于以上问题而做成,目的在于,提供一种干涉型的光拾取器、光信息检测方法以及光信息记录再现装置,易于调整2个光的光路差,信号放大效果好,适于光学系统的小型化。

[0009] 在本发明中,将从光源出射的光束分割为第一光束和第二光束,将第一光束聚光并照射至光信息记录介质上,并将从光信息记录介质反射的信号光引导至4个检测器,对第二光束不聚光至光信息记录介质,而作为参照光引导至上述4个检测器,在4个检测器上,在该信号光与参照光之间的相位关系相互不同的状态下,使信号光和参照光光学干涉,并对来自4个检测器的输出进行运算来得到再现信号。

[0010] 具体地,使参照光与信号光之间的相位关系在第一检测器上和第二检测器上相互差异180度,在第三检测器上和第四检测器上相互差异180度,在第一检测器上和第三检测器上差异90度。由此,在360度的相位关系之中,能够同时检测各相差90度的4个相位状态。再现信号随着光的相位状态的360度的变化而变化为正弦波状,所以通过观测相位状态各相差90度的4个信号,能够通过运算再现任意的相位状态下的信号状态。即,实现了任意的相位状态下的稳定的再现、检测。

[0011] 作为上述运算,设为对于第一检测器与第二检测器的差动信号的平方、和第三检测器与第四检测器的差动信号的平方进行相加。由此,由于在第一和第二检测器的组以及第三和第四检测器的组中,相位相差90度,所以如果设前者的差动输出为正弦,则后者的差动输出为余弦。因此,通过取两者的平方和,能够得到总是固定的最大输出信号。

[0012] 作为其他运算方法,设为在上述运算中附加平方根运算来得到再现信号。通过这样运算,能够得到与光源的光输出成比例的再现信号。

[0013] 作为其他运算方法,设第一、第二、第三、第四检测器为4分割光检测器,对于第一检测器与第二检测器的各区域的差动信号的平方、和第三检测器与第四检测器的各区域的差动信号的平方进行相加。进而,按各区域分别取上述2组差动信号的平方和,从而能够得到总是固定的输出信号。进而,通过对从各区域得到的上述输出信号进行相加,从而得到再现RF信号。另外,在对信号光与参照光合成后,对合成光附加像散,偏焦信号检测中使用像散法,在跟踪误差信号检测中使用推挽(push-pull)法,对于从各区域得到的上述输出信号进行差动运算,从而得到偏焦信号或跟踪误差信号的伺服信号。

[0014] 作为多个检测构件的光检测器也可以形成在同一基板上。由此,能够防止光学系统变大,在稳定地进行信号放大的同时将光学系统构成为小型。

[0015] 另外,具有将光信息记录介质上的信号光的偏焦作为信号进行检测的构件,通过偏焦信号控制使信号光聚光照射的构件,来补偿偏焦,并且在参照光的光路中设置调整参照光的光路长度的构件,从而调整为信号光与参照光的光路差在光源的可干涉距离(相干

长度)以内。由此,通过焦点控制,物镜在光轴方向被驱动,从对信号光与参照光进行分离的分割构件至光信息记录介质为止的光路长度变化为光源的相干长度以上时,也能够维持信号光与参照光的干涉性,并维持信号放大效果。

[0016] 根据本发明,能够提供一种干涉型的光拾取器、光信息检测方法及光信息记录再现装置,易于调整2个光的光路差,信号放大效果好,适于光学系统的小型化。由此,在多层光盘等不得不降低各层的反射率的情况,或再现速度快、对于信号的相对噪声增加的情况等,能够通过信号放大来提高再现信号品质。

附图说明

[0017] 图1是表示本发明的光信息记录再现装置的结构例的概略图。

[0018] 图2是表示实现本发明的光信息检测方法的光拾取器的结构例的图。

[0019] 图3是表示信号光和参照光的偏光方向和检测光的偏光方向的图。

[0020] 图4是表示本发明的光拾取器中的检测器的概略图。

[0021] 图5是表示本发明的信号处理电路的结构例的框图。

[0022] 图6A是表示本发明的信号处理电路的结构例的框图。

[0023] 图6B是表示本发明的信号处理电路的结构例的框图。

[0024] 图7是表示实现本发明的光信息检测方法的光拾取器的结构例的图。

[0025] 图8是表示本发明的信号处理电路的结构例的框图。

[0026] 图9是表示实现本发明的光信息检测方法的光拾取器的结构例的图。

[0027] 图10是表示本发明的偏光相位转换分离元件的图。

[0028] 图11是表示本发明的偏光相位转换分离元件的图。

[0029] 符号说明

[0030] 1 光信息记录再现装置

[0031] 101 光拾取器

[0032] 102 旋转电动机

[0033] 103 光信息记录介质

[0034] 104 控制器

[0035] 105 信号处理电路

[0036] 106 伺服控制电路

[0037] 107 接入控制电路

[0038] 108 自动位置控制构件

[0039] 109 激光器驱动器

[0040] 110 光点

[0041] 201 半导体激光器

[0042] 202 准直透镜

[0043] 203 $\lambda/2$ 板

[0044] 204 偏光分光器

[0045] 205 信号光

[0046] 206 参照光

- [0047] 207 $\lambda/4$ 板
- [0048] 208 物镜
- [0049] 209 光盘
- [0050] 210 $\lambda/4$ 板
- [0051] 211 参照光反射构件
- [0052] 212 分光器
- [0053] 213 伺服用分光器
- [0054] 214 聚光透镜
- [0055] 215 柱面透镜
- [0056] 216 光检测器
- [0057] 217 伺服电路
- [0058] 218 $\lambda/2$ 板
- [0059] 219 $\lambda/4$ 板
- [0060] 220、221 透镜
- [0061] 222、223 偏光分光器
- [0062] 224 第一光检测器
- [0063] 225 第二光检测器
- [0064] 226 第三光检测器
- [0065] 227 第 4 光检测器
- [0066] 2282 维促动器 (actuator)
- [0067] 2291 维促动器
- [0068] 230 信号运算电路
- [0069] 501、502AD 转换电路
- [0070] 503、504 平方运算器
- [0071] 505 加法器
- [0072] 506 平方根电路
- [0073] 601AD 转换电路
- [0074] 602 平方运算器
- [0075] 603、604 加法器
- [0076] 605 平方根电路
- [0077] 701、702、703、704 光检测器
- [0078] 705、706 柱面透镜
- [0079] 707 信号运算电路
- [0080] 801AD 转换电路
- [0081] 802 平方运算器
- [0082] 803、804 加法器
- [0083] 805、806 减法器
- [0084] 901 偏光相位转换分离元件
- [0085] 902 聚光透镜

- [0086] 903 柱面透镜
- [0087] 904 光检测器
- [0088] 905 信号运算电路
- [0089] 1001 信号光偏光方向
- [0090] 1002 参照光偏光方向
- [0091] 1003 无偏光衍射光栅
- [0092] 1004 角度选择性偏光转换元件
- [0093] 1005 偏光分离衍射光栅
- [0094] 1006、1007 光学轴
- [0095] 1101、1102 偏光性衍射光栅
- [0096] 1103、1104 光学轴

具体实施方式

[0097] 以下,参照附图说明本发明的实施方式。

[0098] (光信息记录再现装置的整体结构)

[0099] 图 1 表示实现本发明的光信号检测方法的光信息记录再现装置的整体结构的一个例子。

[0100] 光信息记录再现装置 1 具备光拾取器 101 和旋转电动机 102,光信息记录介质 103 构成为固定于旋转电动机 102 的旋转轴并能够旋转。光拾取器 101 起到将光照射至光信息记录介质 103 来记录及 / 或再现数字信息的作用。由光拾取器 101 检测出的再现光在进行了电流电压 (IV) 转换之后,输入至信号处理电路 105。通过信号处理电路 105 生成再现信号或伺服信号,并输送至控制器 104。

[0101] 控制器 104 根据伺服信号,控制伺服控制电路 106、接入控制电路 107、自动位置控制构件 108。自动位置控制构件 108 通过旋转电动机 102 进行光信息记录介质 103 的旋转控制,接入控制电路 107 进行光拾取器 101 的位置控制,伺服控制电路 106 进行下述光拾取器 101 的物镜或参照光反射构件的位置控制等。由此,将光点 110 定位至光信息记录介质 103 的任意位置。另外,控制器 104 通过再现或记录控制激光器驱动器 109,使下述光拾取器 101 中包括的激光器以适当的功率 / 波形发光。

[0102] (光拾取器光学系统的结构 (1))

[0103] 图 2 表示光信息记录再现装置 1 中的光拾取器 101 的光学系统结构的一个例子。

[0104] 从搭载于光拾取器 101 的半导体激光器 201 出射的光,通过准直透镜 202 被准直为平行光之后,透过第一 $\lambda/2$ 板 203,从而偏光方向被旋转 45 度。偏光发生了旋转的光被第一偏光分光器 204 分离为垂直的 2 个直线偏光,一个偏光的光 (再现光) 被反射,透过第一 $\lambda/4$ 板 207 从而转换为圆偏光之后,由物镜 208 聚光,照射至光盘 209。来自光盘 209 的反射光 205 (以下称为信号光) 由物镜 208 再次变回平行光,由第一 $\lambda/4$ 板 207 变回直线偏光,但由于盘面上的反射,圆偏光的旋转方向反转,因此直线偏光的方向与原光垂直。因此,信号光 205 透过第一偏光分光器 204,射向分光器 212。另一方面,最初透过第一偏光分光器 204 的偏光方向的光 206 (以下称为参照光),透过第二 $\lambda/4$ 板 210 而转换为圆偏光,并被参照光反射构件 211 反射,与信号光 205 同样被第二 $\lambda/4$ 板 210 转换为与原参照

光垂直的直线偏光。因此,这次被第一偏光分光器 204 反射,与信号光 205 合成,射向分光器 212。此时信号光 205 与参照光 206 以偏光方向相互垂直的状态合成。

[0105] 合成光的一部分在伺服分光器 213 上反射,被聚光透镜 214、柱面透镜 215 施加像散并引导向光检测器 216,根据该输出信号通过伺服运算电路 217 输出偏焦信号 (FES) 和跟踪误差信号 (TES)。偏焦信号被反馈至搭载了物镜 208 的二维促动器 228 的聚焦驱动端子,闭环控制焦点位置。进而,相同信号也被反馈至搭载了参照光反射构件 211 的一维促动器 229,与物镜 208 联动,还驱动参照光反射构件 211。由此,能够将从光盘 209 反射的信号光 205 与从参照光反射构件 211 反射的参照光 206 的光路差几乎保持为 0。通常的半导体激光器的相干长度为数 $10\ \mu\text{m}$,因此光路差的调整精度为该范围以下即可。跟踪误差信号被反馈至搭载了物镜 208 的二维促动器 228 的跟踪驱动端子,进行闭环控制。

[0106] 透过了伺服分光器 213 的合成光的一方透过作为半透半反镜的分光器 212,偏光方向被第二 $\lambda/2$ 板 218 旋转 45 度之后,由透镜 220 聚光,被偏光分光器 222 分离为垂直的直线偏光,被第一光检测器 224 (PD1) 和第二光检测器 225 (PD2) 检测。此时,图 3 表示由 2 个光检测器 PD1、PD2 检测出的光的偏光成分 P、S 与信号光的偏光方向 (E_{sig}) 和参照光的偏光方向 (E_{ref}) 的关系。在光检测器 PD1 中,检测 P 偏光即 E_{sig} 和 E_{ref} 的 P 偏光方向的投影成分,在光检测器 PD2 中,检测 S 偏光即 E_{sig} 和 E_{ref} 的 S 偏光方向的投影成分。在 S 偏光方向的投影成分中,在本图的情况下,可以看到 E_{ref} 的符号反转。用算式表示由光检测器 PD1、PD2 检测出的信号,分别如下。

$$[0107] \quad I_{PD1} = \left| \frac{1}{2} E_{\text{sig}} + \frac{1}{2} E_{\text{ref}} \right|^2 \quad (1)$$

$$[0108] \quad = \frac{1}{4} |E_{\text{sig}}|^2 + \frac{1}{4} |E_{\text{ref}}|^2 + \frac{1}{2} |E_{\text{sig}}| |E_{\text{ref}}| \cos(\varphi_{\text{sig}} - \varphi_{\text{ref}})$$

$$[0109] \quad I_{PD2} = \left| \frac{1}{2} E_{\text{sig}} - \frac{1}{2} E_{\text{ref}} \right|^2 \quad (2)$$

$$[0110] \quad = \frac{1}{4} |E_{\text{sig}}|^2 + \frac{1}{4} |E_{\text{ref}}|^2 - \frac{1}{2} |E_{\text{sig}}| |E_{\text{ref}}| \cos(\varphi_{\text{sig}} - \varphi_{\text{ref}})$$

[0111] 在此,设为绝对值的平方,原因为检测的是光的能量。在此,为了简便,假设 E_{sig} 与 E_{ref} 完全相干。

[0112] 透过了伺服分光器 213 的合成光的另一方在作为半透半反镜的分光器 212 上反射,被相对于信号光 205 及参照光 206 的偏光方向旋转 45 度配置的第三 $\lambda/4$ 板 219 转换为圆偏光。此时,信号光 205 与参照光 206 的原偏光方向相差 90 度,所以被转换为逆旋转方向的圆偏光。该圆偏光由透镜 221 聚光,被偏光分光器 223 分离为垂直的直线偏光,并被第三光检测器 226 (PD3) 和第四光检测器 227 (PD4) 检测。此时,图 3 同样也表示由 2 个光检测器 PD3、PD4 检测出的光的偏光成分 P、S 与信号光的偏光方向 (E_{sig}) 和参照光的偏光方向 (E_{ref}) 的关系,但 E_{sig} 与 E_{ref} 之间存在 90 度的相位差,这与 PD1 和 PD2 的情况不同。用算式表示由光检测器 PD3、PD4 检测出的信号,分别如下。

$$[0113] \quad I_{PD3} = \left| \frac{1}{2} \exp\left(-i\frac{\pi}{4}\right) E_{\text{sig}} + \frac{1}{2} \exp\left(+i\frac{\pi}{4}\right) E_{\text{ref}} \right|^2 \quad (3)$$

[0114]

$$= \frac{1}{4}|E_{sig}|^2 + \frac{1}{4}|E_{ref}|^2 + \frac{1}{2}|E_{sig}||E_{ref}|\sin(\varphi_{sig} - \varphi_{ref})$$

$$[0115] \quad I_{PD4} = \left| \frac{1}{2}\exp\left(+i\frac{\pi}{4}\right)E_{sig} + \frac{1}{2}\exp\left(-i\frac{\pi}{4}\right)E_{ref} \right|^2 \quad (4)$$

[0116]

$$= \frac{1}{4}|E_{sig}|^2 + \frac{1}{4}|E_{ref}|^2 - \frac{1}{2}|E_{sig}||E_{ref}|\sin(\varphi_{sig} - \varphi_{ref})$$

[0117] 式中的 $\exp(\pm i\pi/4)$ 表示在 $\lambda/4$ 板上对 E_{sig} 、 E_{ref} 附加 ± 45 度（相差 90 度）的相位差。

[0118] 像这样，在由各个监测器检测出的信号中，光盘 209 上的信息中包括无关系的成分 $|E_{ref}|^2$ ，所以若对 PD1 和 PD2、PD3 和 PD4 分别取差动信号，则为：

[0119]

$$Sig1 = I_{PD1} - I_{PD2} = |E_{sig}||E_{ref}|\cos(\varphi_{sig} - \varphi_{ref}) \quad (5)$$

[0120]

$$Sig2 = I_{PD3} - I_{PD4} = |E_{sig}||E_{ref}|\sin(\varphi_{sig} - \varphi_{ref}) \quad (6)$$

[0121] 能够得到信号光振幅强度与参照光振幅强度的积的形式的信号。这表示：如果增大参照光的强度，则能够得到大信号输出。即，表示了能够放大信号光的强度。

[0122] 在此，在式 (5) 及式 (6) 中附带了 $\sin$ 、 $\cos$ ，这表示信号光与参照光之间的相位差。但参照光与信号光通过不同的光路，与盘的旋转对应，通过聚焦伺服，物镜 209 上下追随，所以信号光的光路长度不断变化。因此，式 (5) 及式 (6) 的相位项不确定，通过该方式得到的信号变化较大。

[0123] 因此在本发明中，着眼于式 (5) 为 $\cos$ 而式 (6) 为 $\sin$ ，通过信号运算电路 230 进行两者的平方和的运算来得到信号。

$$[0124] \quad S = (Sig1)^2 + (Sig2)^2 = |E_{sig}|^2 |E_{ref}|^2 \quad (7)$$

[0125] 通过这样进行运算，在信号光与参照光的相位变化的情况下，也能够稳定可靠地得到固定的信号。通过像式 (7) 那样进行平方加法运算，输出 S 能够得到与信号光强度 $|E_{sig}|^2$ 成比例的信号，所以在再现 RF 信号中，能够得到与现有的 CD、DVD、BD 相同的信号波形。另外，可知其放大率为 $|E_{ref}|^2$ ，通过增强参照光强度，能够提高放大率。另外，也可以在平方和之后，取平方根作为再现 RF 信号。如果进行取平方根的运算，则成为与信号光强度的平方根成比例的输出，所以再现 RF 信号成为与现有的光磁盘相同的信号波形。

[0126] 在此说明了光检测器 PD1、PD2、PD3、PD4 输出接受的总光量，但作为其他运算，也可以设 4 个光检测器 PD1、PD2、PD3、PD4 为包括图 4 所示的区域 A、B、C、D 的 4 分割的光检测器，将各自的检测光量作为 $I_{PD1}(X)$ 、 $I_{PD2}(X)$ 、 $I_{PD3}(X)$ 、 $I_{PD4}(X)$ 分别输出。其中，设 X 为区域 A、B、C、D 的任一个。若对在 PD1 和 PD2、PD3 和 PD4 的区域 X (A、B、C、D 的任一个) 检测出的各信号取差动信号，则为：

[0127]

$$Sig1'(X) = I_{PD1}(X) - I_{PD2}(X) = |E_{sig}(X)||E_{ref}(X)|\cos(\varphi_{sig} - \varphi_{ref}) \quad (8)$$

$$Sig2'(X) = I_{PD3}(X) - I_{PD4}(X) = |E_{sig}(X)||E_{ref}(X)|\sin(\varphi_{sig} - \varphi_{ref}) \quad (9)$$

[0128] 分别能够得到信号光振幅强度与参照光振幅强度的积的形式的信号。进而，通过

信号运算电路 230 进行两者的平方和的运算来得到信号。

$$[0129] \quad S'(X) = (\text{Sig1}'(X))^2 + (\text{Sig2}'(X))^2 = |E_{\text{sig}}(X)|^2 |E_{\text{ref}}(X)|^2 \quad (10)$$

[0130] 通过这样进行运算,与式(7)所示的相同,在信号光与参照光的相位变化的情况下,也能够稳定可靠地得到固定的信号。

[0131] 信号运算电路 230 的结构的具体例在图 5(a) 的电路框图中示出。Sig1 和 Sig2 通过 AD 转换电路 501、502 进行数字化,通过平方运算器 503、504 进行平方运算之后,通过加法器 505 相加,得到数字信号 S。另外,如图 5(b) 所示,也可以在加法器 505 之后,通过平方根电路 506 进行平方根运算,得到数字信号 S。

[0132] 在光拾取器 101 中,使用 4 个 4 分割光检测器的情况的信号运算电路 230 的结构的其他具体例在图 6A 的电路框图中示出。Sig1'(X) 和 Sig2'(X) 分别通过 AD 转换电路 601 进行数字化,通过平方运算器 602 进行平方运算之后,通过加法器 603 相加,得到数字信号 S'(X)。其中,X 为区域 A、B、C、D 的任一个。进而,通过加法器 604 由下面的运算得到再现 RF 信号。

$$[0133] \quad \text{RF} = S'(A) + S'(B) + S'(C) + S'(D) \quad (11)$$

[0134] 或者,再现 RF 信号也可以如图 6B 所示,在式(11)的运算之后,通过平方根电路 605 进行平方根运算。

[0135] 参照光反射构件 211 例如通过反射镜实现。此时,需要调制镜的倾斜,以使参照光反射构件 211 的反射光相对于入射的参照光 206 的光轴不倾斜。因此,也可以具备以下机构,检测反射镜和参照光 206 的波面的倾斜,并反馈至参照光反射构件 211,来调整参照光 206 的波面的倾斜。或者,参照光反射构件 211 也可以聚光透镜和反射镜来实现。通过聚光透镜将参照光 206 聚光,在其焦点位置上放置反射镜,从而能够做出向与入射光相反方向反射的参照光。此时,即使反射镜倾斜,参照光的光轴也仅相对于信号光偏差,所以与仅通过反射镜实现参照光反射构件 211 的情况相比,易于进行反射镜的角度调整。或者,参照光反射构件 211 也可以通过角锥棱镜(corner cube)实现。角锥棱镜是光无论以何种入射角入射、反射光一定沿与入射光相同方向返回的元件,所以无需调整波面的倾斜。

[0136] 图 1 的伺服控制电路 106 根据伺服信号,通过二维促动器 228 对物镜 208 进行聚焦控制,同时,对应于与物镜 208 的移动相伴的信号光的光路长度的变化,通过一维促动器 229 控制参照光反射构件 211 的位置,使参照光与信号光的光路长度的差总为 20 μm 以下。这里的 20 μm 的距离与本实施例所使用的半导体激光器 201 的可干涉距离(相干长度)70 μm 相比充分小,参照光与信号光总是保持几乎完全相干的状态。

[0137] 图 2 表示光盘 209 中记录的信息的再现时的光线图,将来自半导体激光器 201 的光分离为信号光 205 和参照光 206 这 2 个光束,但在记录时不需要参照光,所以可以将透过第一 λ/2 板 203 的光作为 S 偏光,全部在第一偏光分光器 204 上反射而用作信号光。这例如通过在记录时和再现时旋转第一 λ/2 板,从而改变信号光和参照光的强度比来实现。或者,也可以借助于使用通过施加电压来切换入射的光的偏光方向的液晶波长板,或插拔 λ/2 板的方法。

[0138] (光拾取器光学系统的结构(2))

[0139] 图 7 表示光信息记录再现装置 1 中的光拾取器 101 的光学系统结构的其他例子。在图 2 所示的光拾取器 101 中,以不同的检测系统检测再现 RF 信号和伺服信号(偏焦信号、

跟踪误差信号),但如图 7 所示,也可以通过同一检测系统来检测。此时,设光检测器 701、702、703、704 为图 4 所示的 4 分割光检测器。信号光通过柱面透镜 705、706 被施加像散,并引导至光检测器 701、702、703、704,根据其输出信号,通过信号运算电路 707 输出再现 RF 信号和伺服信号。在偏焦信号检测中使用像散法,在跟踪误差信号检测中使用推挽法。

[0140] 另外,在跟踪误差信号检测中,也可以在信号光 205 中设置衍射光栅,使用差动推挽法。在差动推挽法中,通过衍射光栅使向光盘 209 入射的光成为 3 束。然后,在将盘上的主点配置于信息轨时,进行衍射光栅的旋转控制,以使 2 个副点配置于相邻的轨之间。在此使参照光也成为 3 束,其也与信号光的分别对应的束之间发生干涉,也通过差动运算放大跟踪误差信号。

[0141] 信号运算电路 707 的具体例在图 8 的电路框图中示出。Sig1'(X) 和 Sig2'(X) 分别通过 AD 转换电路 801 进行数字化,通过平方运算器 802 进行平方运算之后,通过加法器 803 相加,得到数字信号 S'(X)。其中,X 为区域 A、B、C、D 的任一个。进而,通过加法器 804、减法器 805、806 由下面的运算得到再现 RF 信号及伺服信号(偏焦信号、跟踪误差信号)。

$$[0142] \quad RF = S'(A) + S'(B) + S'(C) + S'(D)$$

$$[0143] \quad FES = S'(A) + S'(C) - S'(B) - S'(D) \quad (12)$$

$$[0144] \quad TES = S'(A) + S'(B) - S'(C) - S'(D)$$

[0145] 另外,再现 RF 信号也可以在加法器 804 之后,通过平方根电路进行平方根运算来得到信号。如果是这样的结构,那么在多层盘等情况下,对于来自相邻层(从物镜的聚光点位置在光轴方向偏离的、与要检测的层不同的层)的信号漏入,能够选择性地放大基于来自要检测的层的光的信号,利于减轻交调失真(cross talk)。

[0146] (光拾取器光学系统的结构(3))

[0147] 图 9 表示光信息记录再现装置 1 中的光拾取器 101 的光学系统结构的其他例子。在图 2 及图 7 所示的光拾取器中,通过分别的光检测器检测式(1)(2)(3)(4)所示的信号,但在本实施例中,通过封装为 1 个的光检测器 904 接受该信号,通过信号运算电路 905 进行信号运算。由光盘 209 反射的信号光和由参照光反射构件 211 反射的参照光入射至偏光相位转换分离元件 901,分割为由两个光的干涉而引起相位差不同的 4 个光,通过聚光透镜 902、柱面透镜 903,由设置在 4 分割光检测器 904 上的 4 个受光部分别检测。

[0148] 图 10 是说明偏光相位转换分离元件 901 的结构与功能的图。偏光相位转换分离元件 901 包括无偏光衍射光栅 1003、角度选择性偏光转换元件 1004 和偏光分离衍射光栅 1005。在图 9 中表示了将这些一体化的状态,但在此为了方便说明而分离表示。作为功能,各元件 1003-1005 一体化或分离都没有变化。

[0149] 如果信号光和参照光以信号光偏光方向 1001 与参照光偏光方向 1002 垂直的方式入射至无偏光衍射光栅 1003,则与偏光方向无关,2 个光都被分别分离为 2 个行进方向不同的光。这通过使无偏光衍射光栅 1003 闪耀化(blazing)能够容易地实现。一方是直行的 0 次光,另一方是以规定的衍射角衍射的 1 次衍射光。接着,这些光入射至角度选择性偏光转换元件 1004。在此,直行的 0 次光不产生任何相位差,但对于倾斜入射的 1 次衍射光,信号光与参照光之间发生 90 度的相位差。为此,光学轴 1006 相对于角度选择性偏光转换元件的入射面具有垂直的一轴各向异性,无偏光衍射光栅的衍射光的衍射方向与信号光偏光方向 1001 或参照光偏光方向 1002 一致即可。此时,通过角度选择性偏光转换元件 1004 的

厚度、折射率各向异性量（垂直方向折射率与面内折射率之差）和 1 次衍射光的入射角，能够专门决定 1 次衍射光的信号光成分、参照光成分之间的相位差。

[0150] 进而，使角度选择性偏光转换元件 1004 的出射光入射至偏光分离衍射光栅 1005。偏光分离衍射光栅例如可以使用日本专利公报第 3832243 号中记载的元件。这通过液晶、铌酸锂、水晶等各向异性材料形成闪耀光栅能够容易地实现。即，由于是折射率随着偏光方向不同的材质，在某个偏光方向和与其垂直的偏光方向上，配置为由光栅施加的相位分布逆转即可。由此，能够使 1 次衍射光与 -1 次衍射光的偏光方向垂直。或者，也可以用粘合了渥拉斯顿棱镜这样的各向异性光学结晶而制成的元件进行替代。在本实施方式中分离的偏光的方向是相对于信号光和参照光为 45 度的方向，以及与其垂直的方向。如上分离的 4 个光中的信号光成分与参照光成分的干涉的相位差如图中所示，可以设为 0° 、 90° 、 180° 、 270° 。

[0151] 图 11 是表示与图 10 所示的角度选择性圆偏光板不同的实施方式的图。在此，配置偏光性衍射光栅 1101 来替代图 10 的无偏光衍射光栅 1003。进而，配置第二偏光性衍射光栅 1102 来替代角度选择性圆偏光板 1004。各自的光学轴方位 1103、1104 如图中所示垂直地配置。

[0152] 这之后的偏光性衍射光栅 1005 与图 10 的配置相同。如此，通过第一偏光性衍射光栅 1101，沿着光学轴 1103 的直线偏光成分的光仅一部分衍射。另外，通过第二偏光性衍射光栅 1102，沿着光学轴 1104 的直线偏光成分的光仅一部分衍射。因此，在第一、第二偏光性衍射光栅上衍射的光的偏光方向相互垂直，而且，将光栅排列的相位如图所示错开光栅周期 P 的 $1/4(90^\circ)$ 量。如此，衍射光的相位也相互错开 90° ，所以合成了 2 个衍射光的偏光状态成为圆偏光状态。在此，折射光分别仅示出了 1 个，这通过将衍射光栅闪耀化为阶梯光栅或锯齿状光栅能够容易地实现。另外，如果在第一、第二偏光性衍射光栅上，使各自垂直的偏光成分仅按相同的光量比衍射，则不衍射的光的偏光状态能够维持为与最初入射的光的偏光状态相同的状态。另外，在这些图中，为了方便说明，分离地示出元件，但在实际地光学系统中，可以将这些粘合而进行一体化。

[0153] 这样的结构与图 10 所示的结构相比，无偏光衍射光栅替换为偏光性衍射光栅，而由价格较高的各向异性光学结晶形成的角度选择性圆偏光板替换为可以容易地通过液晶固化等形成的偏光性衍射光栅，所以稍稍降低了成本。进而，为了在角度选择性圆偏光板上产生 90° 的相位差，需要加大光线入射角或增厚元件厚度，但在本实施例中，能够以任意的光栅间距实现圆偏光的相位差，有利于元件小型化。

[0154] 在以上的实施例中，表示了将单一的光源的光分割利用的例子，但也可以利用从 2 个光源出射的第一和第二光束，而不分割利用单一的光源的光，上述 2 个光源具有比在相当于再现信号的数据读取间隔的时间内光在真空中前进的距离长的可干涉距离。此时，2 个光源的波长需要大致一致，而再现信号的数据读取的期间，光的干涉状态几乎固定，所以同样能够得到迄今所述的本发明的效果。

[0155] 另外，本发明中的光学系统不限于图 2、图 7、图 9 所示的系统。例如作为用于得到各相差 90° 的 4 个相位差状态的信号输出的光学元件，除了使用 $\lambda/2$ 板 203、218 和 $\lambda/4$ 板 219 的光学系统之外，也可以通过使用偏光控制棱镜、偏光性衍射光学元件或纳米光子学材料等的复合光学功能元件来实现。不管怎样，构成能够得到信号光与参照光的相位差

状态不同的至少 4 个状态的信号输出的光学系统,并执行信号的运算 / 选择,从而能够得到本发明的效果。

[0156] 另外,本发明的效果不限于放大光盘的再现信号的光拾取器。例如,在光通信中的载波的信号放大或光计测中的检测信号的放大等、利用零差检测方式使信号光与其他光(参照光)干涉从而放大信号光的光强度的情况下,能够得到本发明的效果。

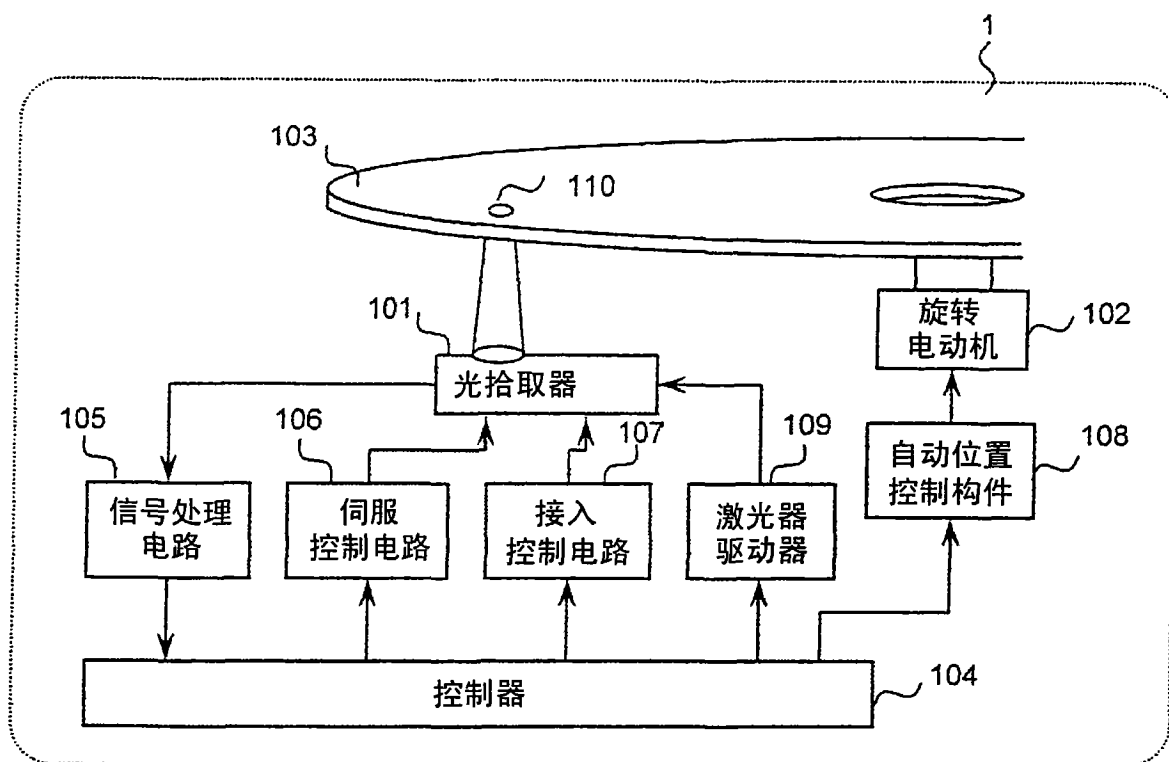


图 1

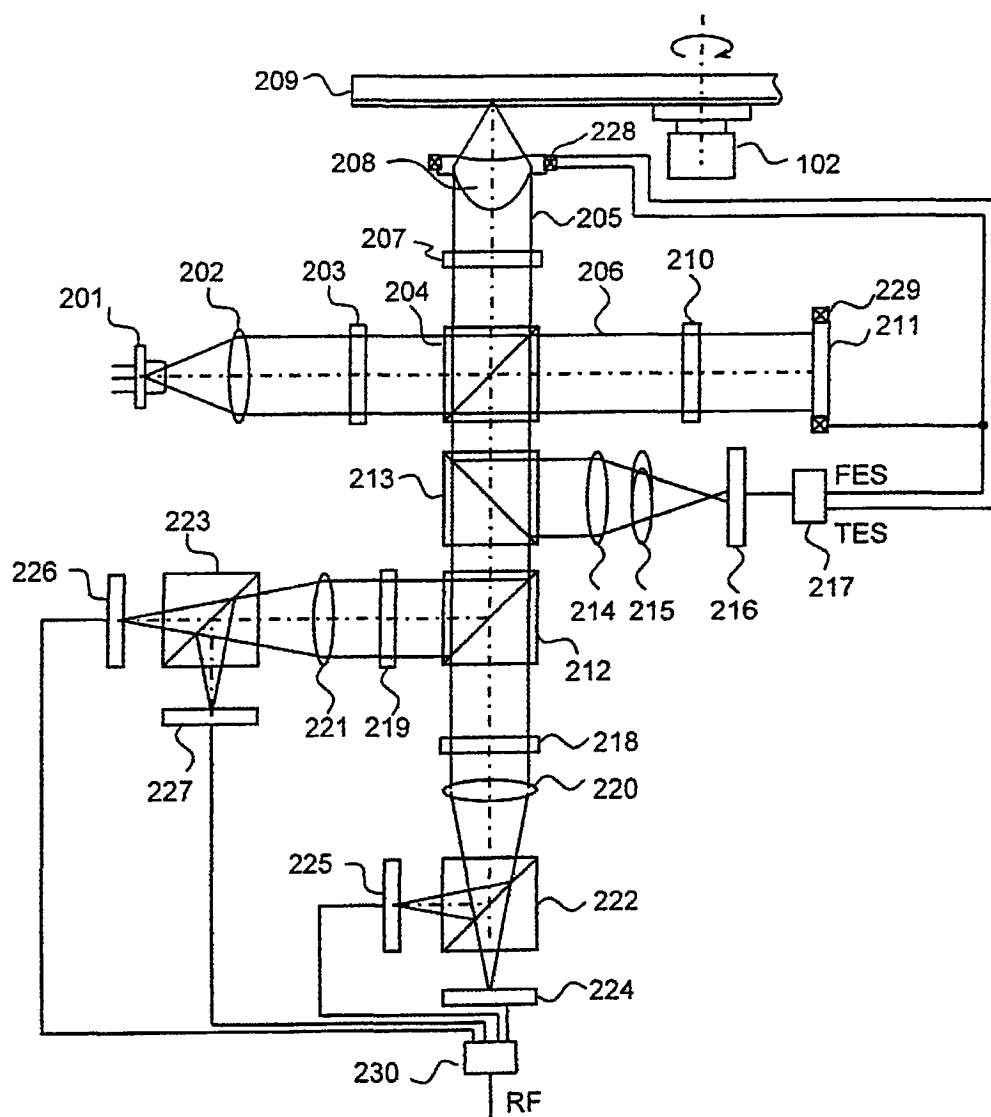


图 2

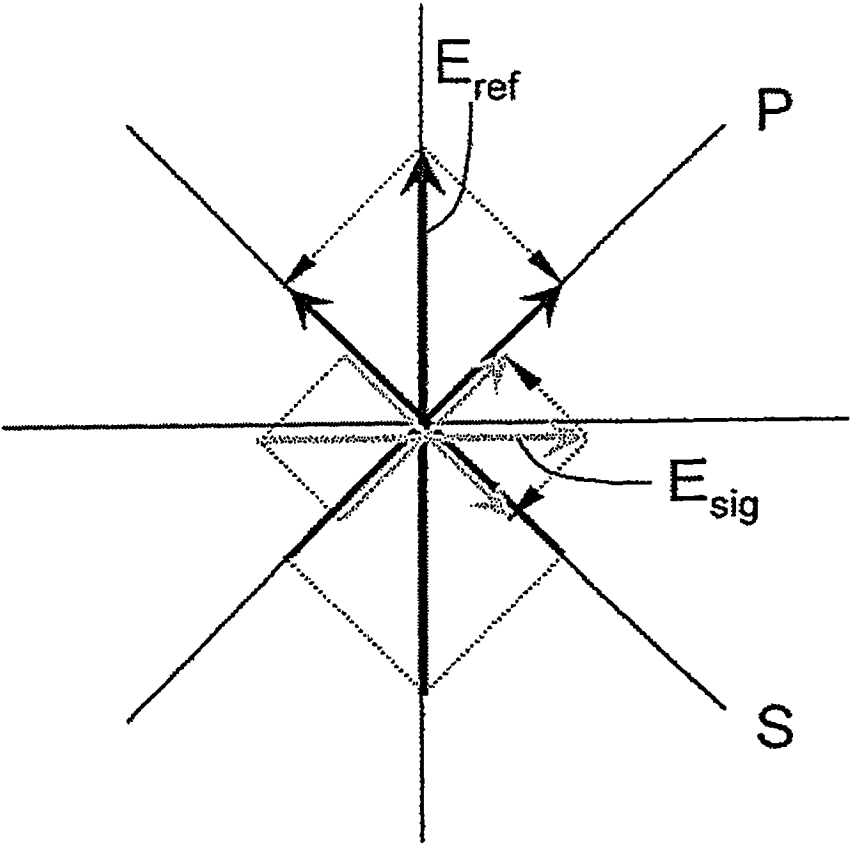


图 3

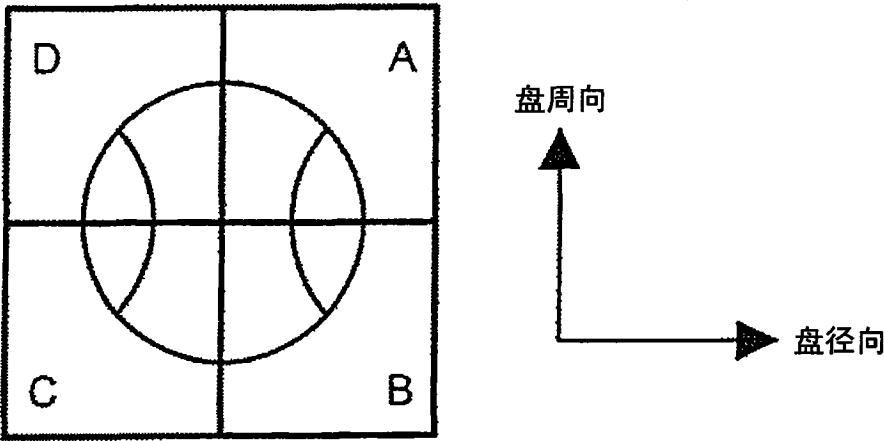


图 4

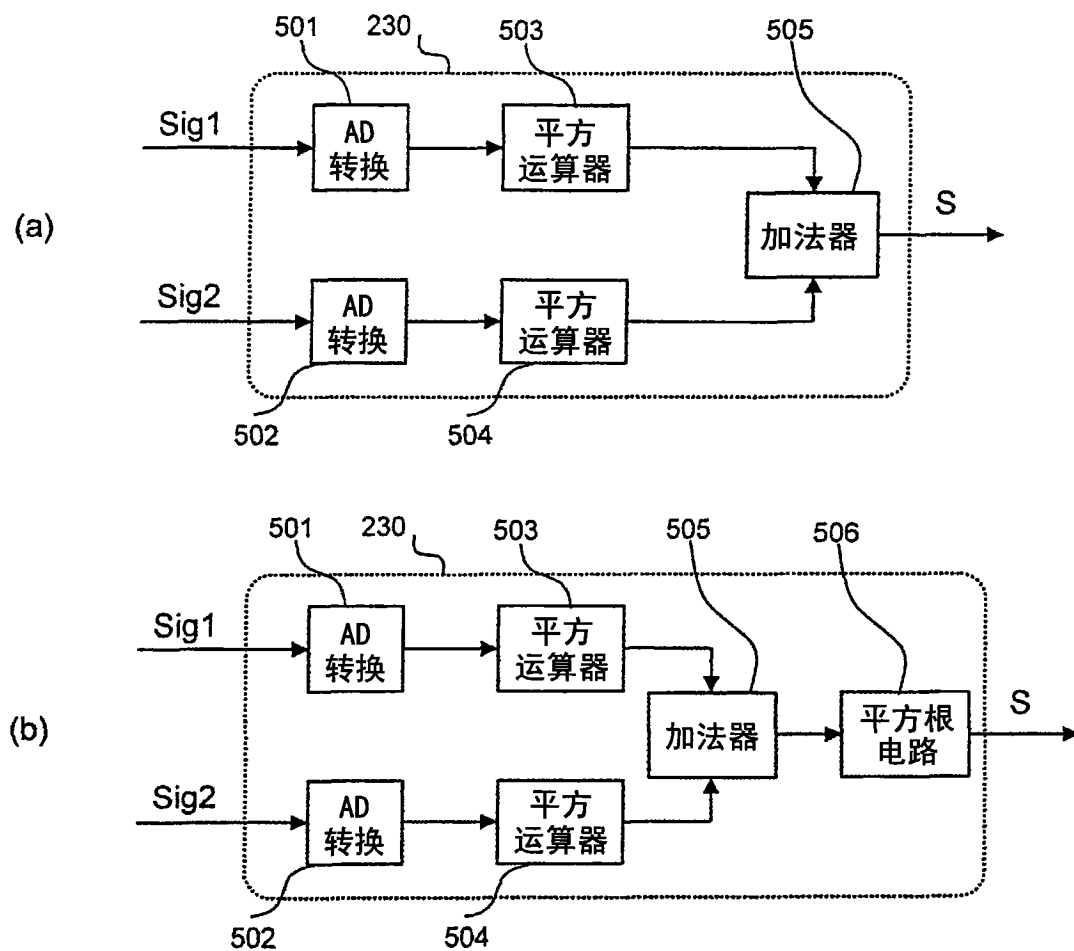


图 5

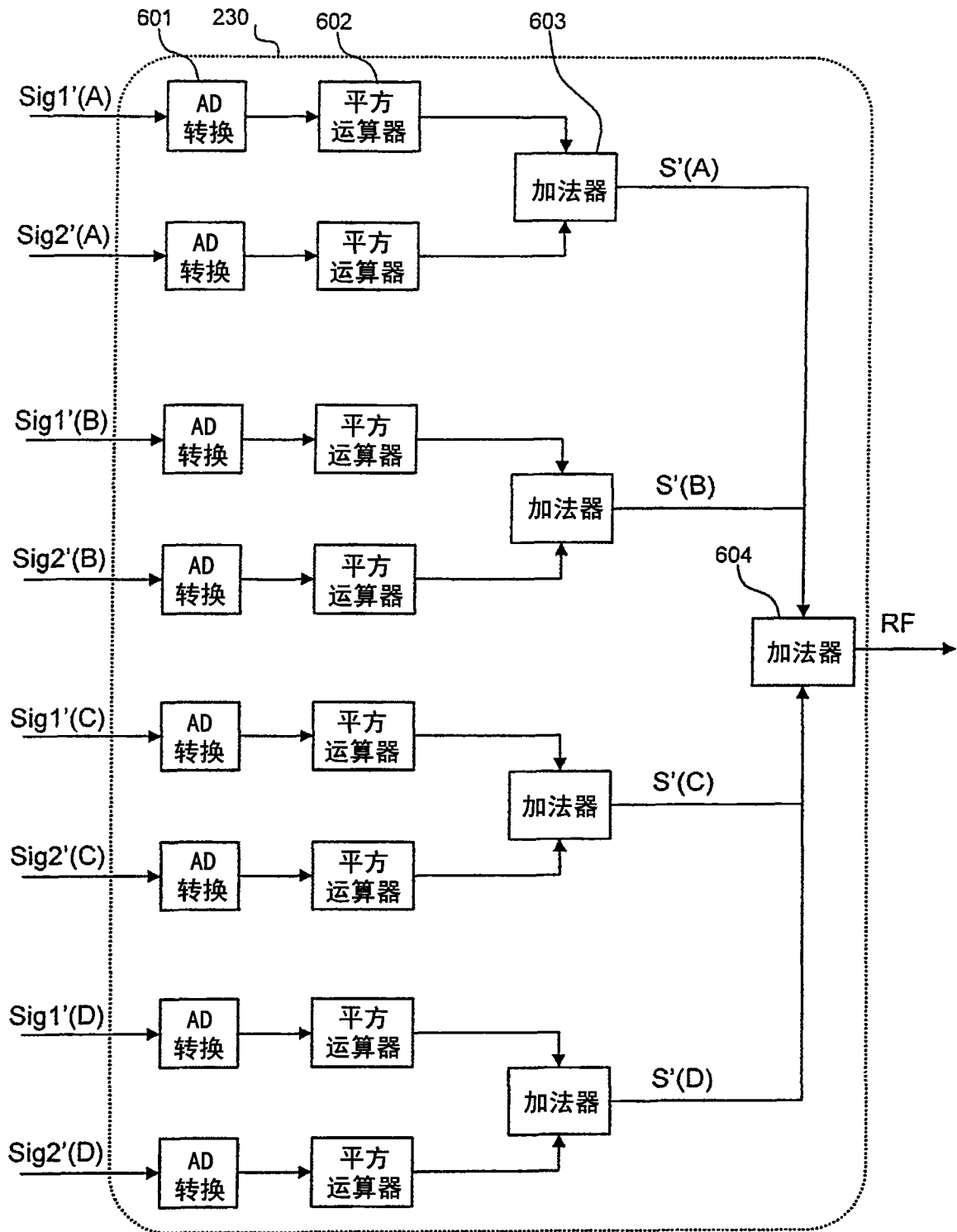


图 6A

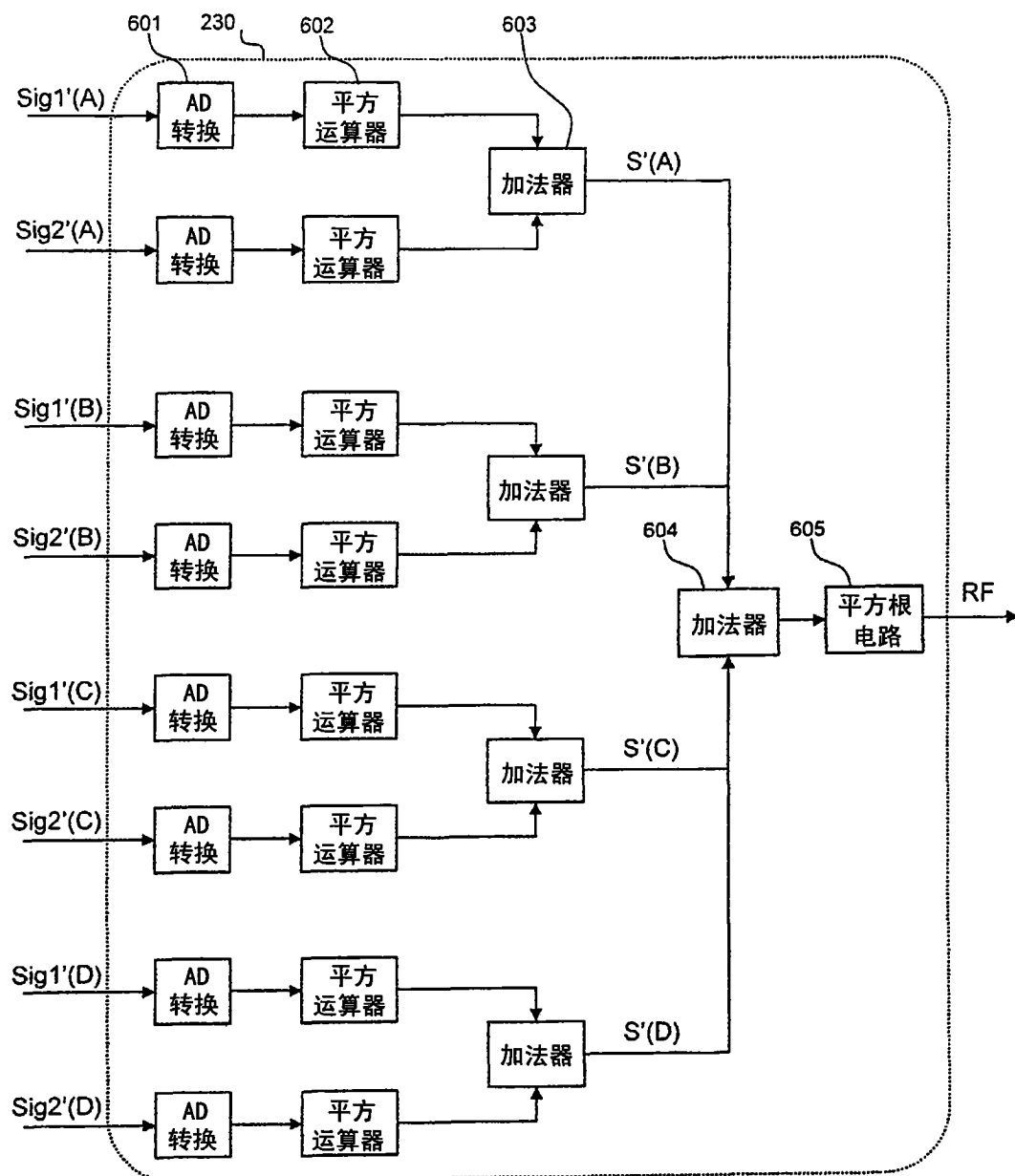


图 6B

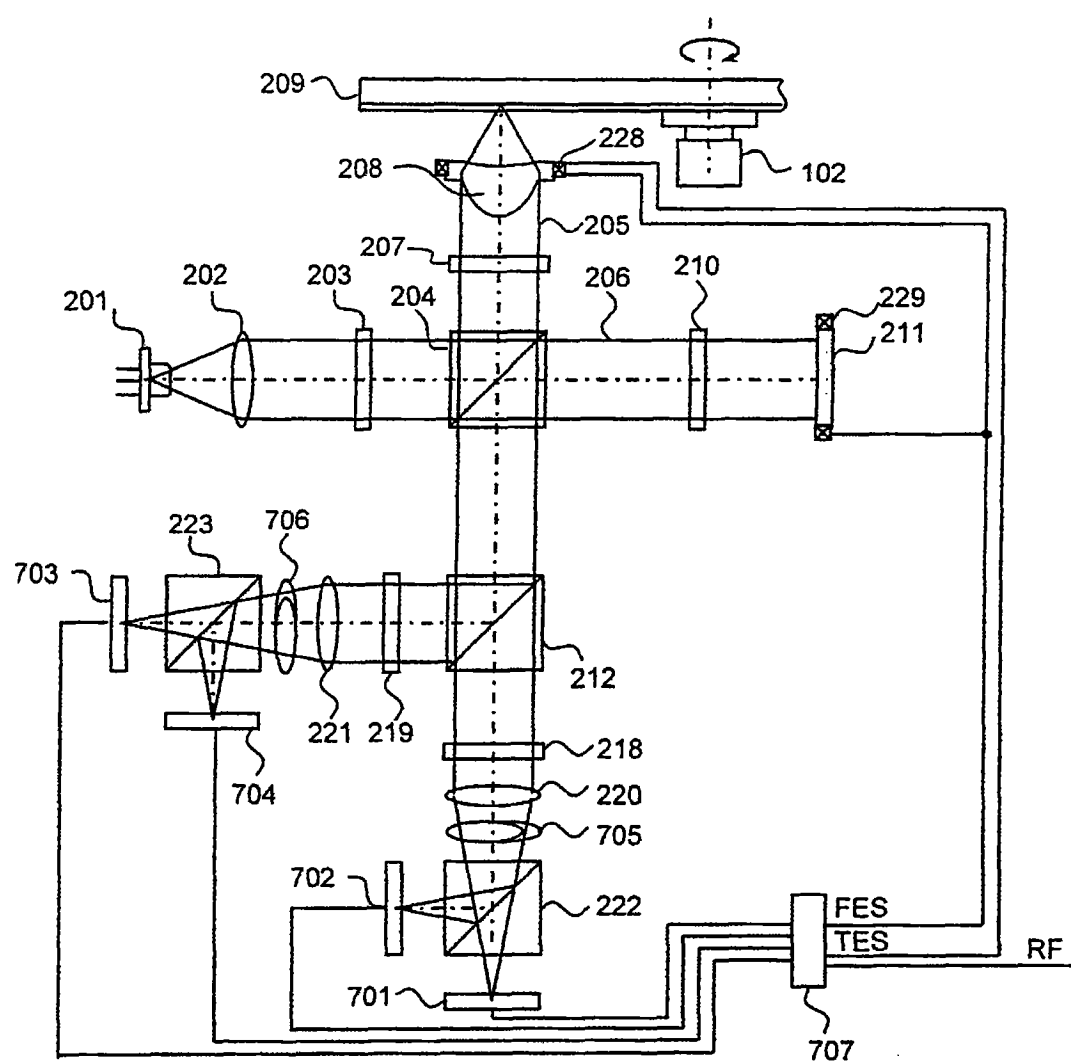


图 7

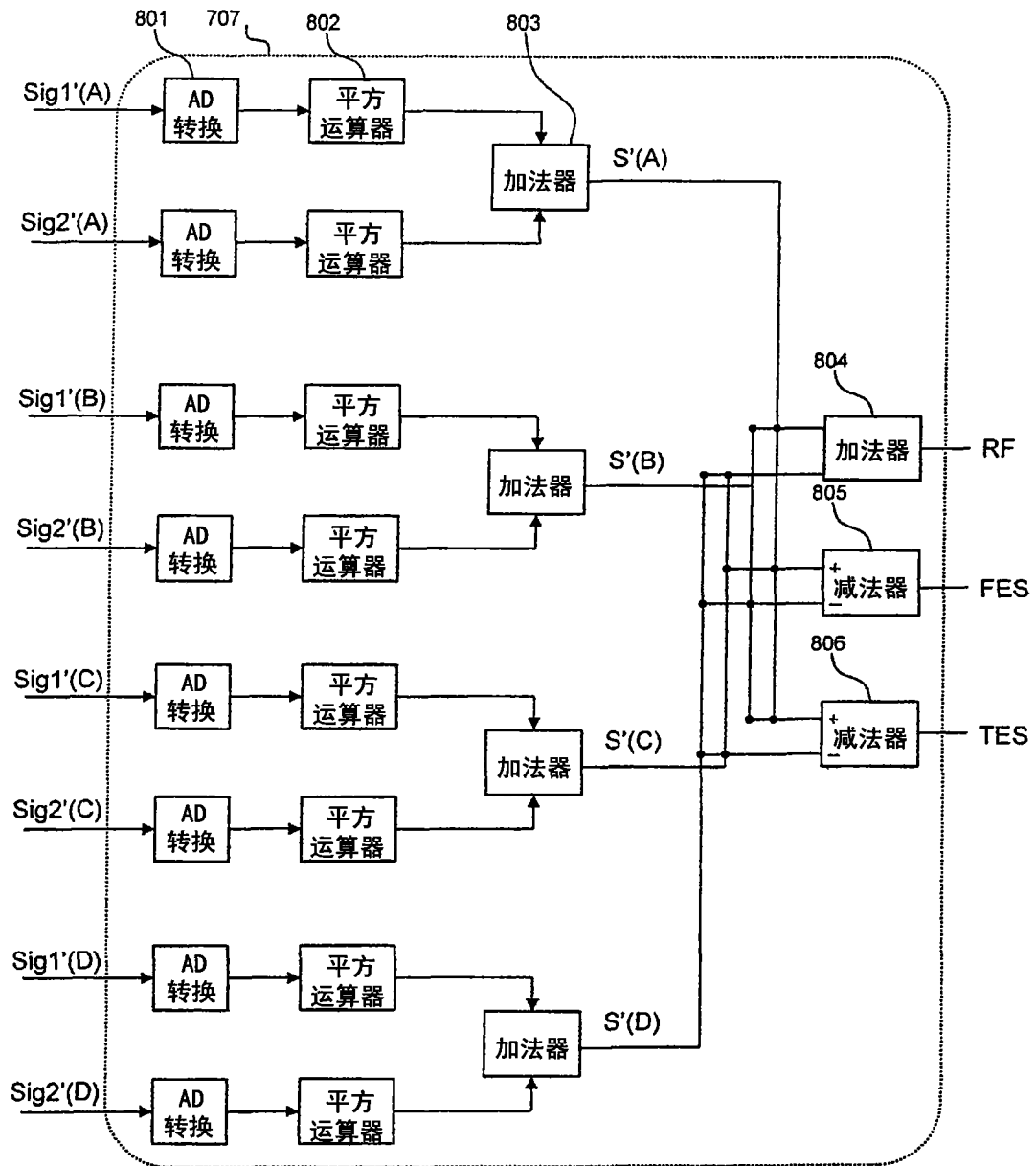


图 8

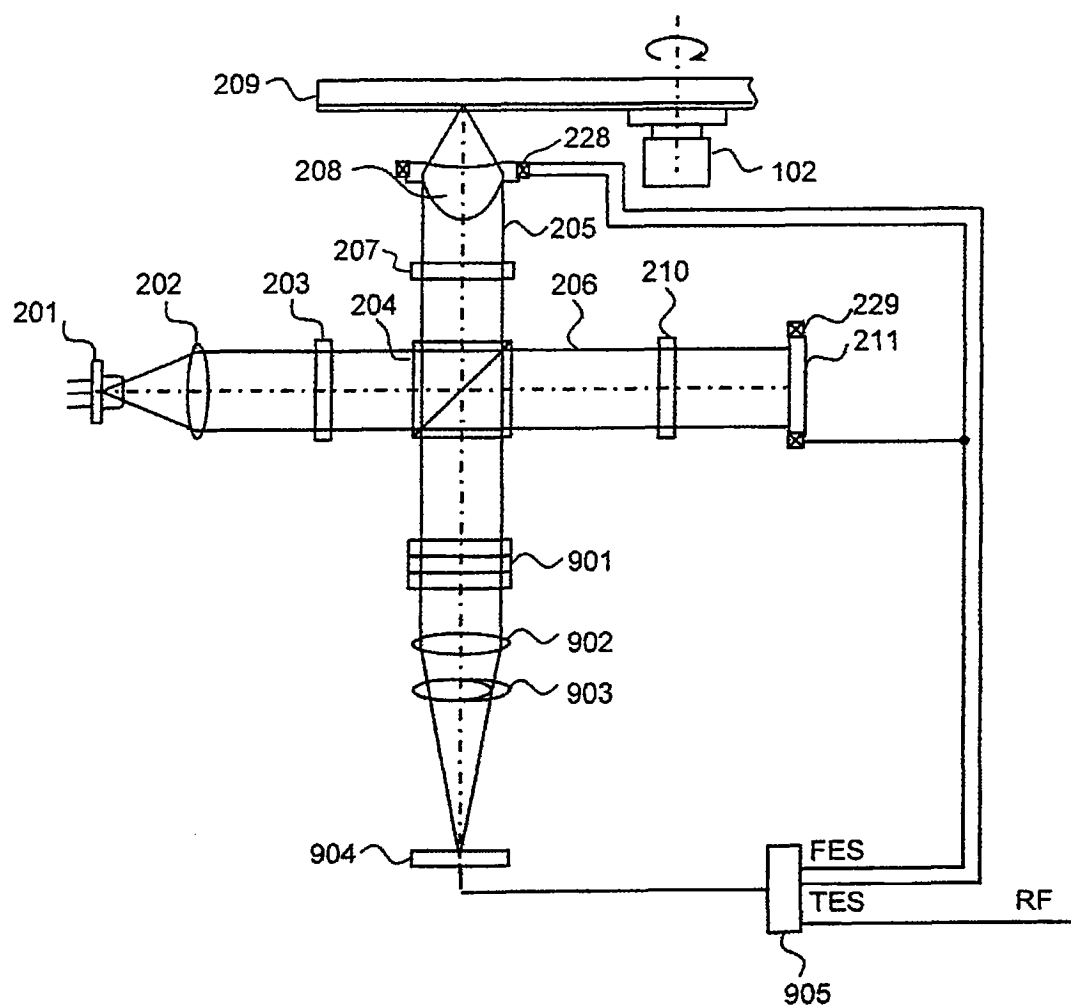


图 9

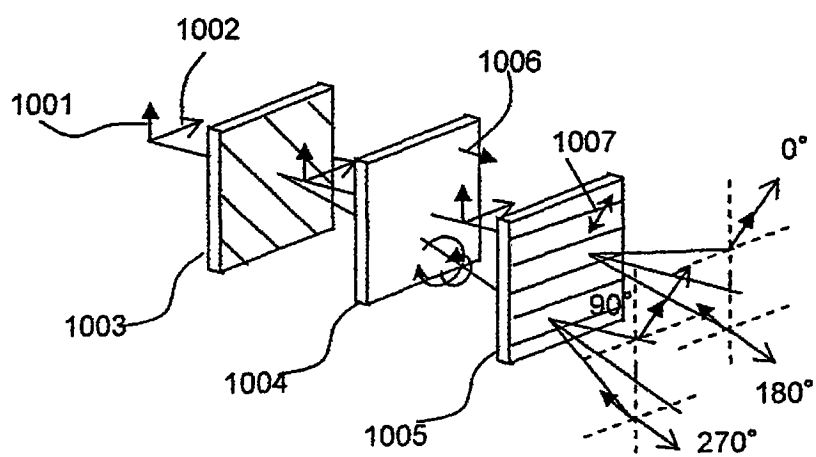


图 10

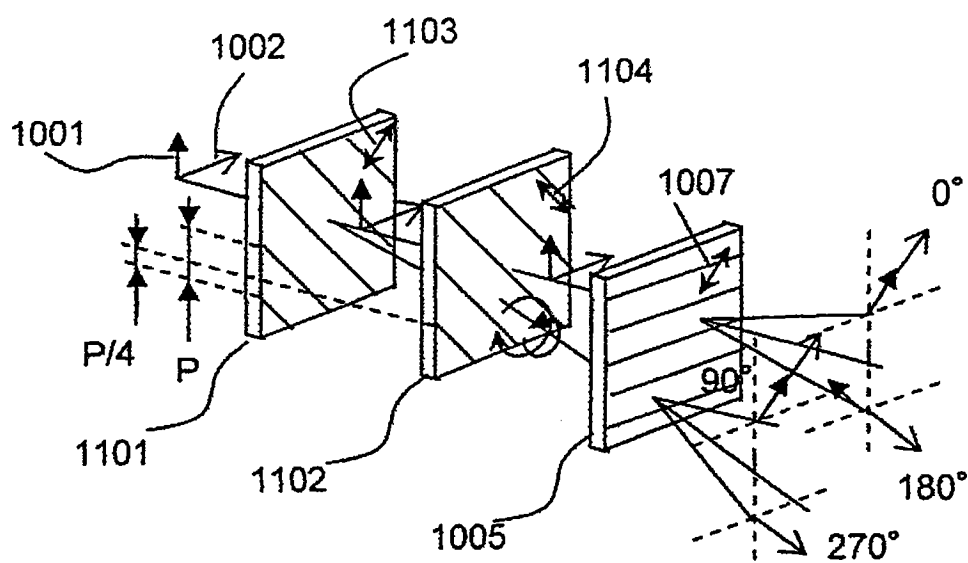


图 11